

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : <p style="text-align: center;">G21C 19/317</p>	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/35356 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. August 1998 (13.08.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/00430 (22) Internationales Anmeldedatum: 27. Januar 1998 (27.01.98) (30) Prioritätsdaten: 197 04 608.8 7. Februar 1997 (07.02.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ECKARDT, Bernd [DE/DE]; Kastanienweg 14, D-63486 Bruchköbel (DE). HILL, Axel [DE/DE]; An der Schloßmühle 9, D-64589 Stockstadt (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, ID, JP, KR, RU, UA, US, VN, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: DEVICE FOR RECOMBINING HYDROGEN IN A GAS MIXTURE

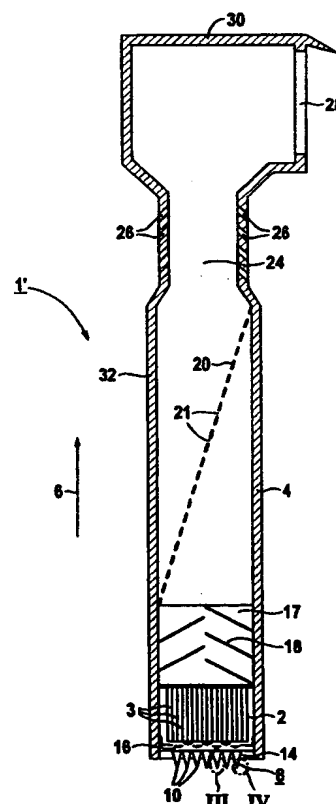
(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR REKOMBINATION VON WASSERSTOFF IN EINEM GASGEMISCH

(57) Abstract

The invention relates to a device (1, 1') for recombining hydrogen in a gas mixture, for use in particular in a nuclear power station. During the operation of said device, unintentional ignition of the gas mixture is prevented in an especially reliable fashion. According to the invention, the device comprises a catalyst system (2), arranged in a housing (4) through which the gas mixture is able to circulate by free convection when the device is operational, to which is assigned a flame retention device (8). A sediment trap (14) is preferably integrated into the flame retention device (8) to reliably prevent hot catalyst particles that have become detached from the catalyst system (2) from exiting against the direction of flow of the gas mixture.

(57) Zusammenfassung

Eine Vorrichtung (1, 1') zur Rekombination von Wasserstoff in einem Gasgemisch, insbesondere für ein Kernkraftwerk, bei deren Betrieb eine ungewollte Zündung des Gasgemisches besonders sicher vermieden ist, umfaßt erfindungsgemäß eine Katalysatoranordnung (2), die in einem im Betriebsfall für das Gasgemisch in freier Konvektion durchströmbaren Gehäuse (4) angeordnet ist, und der eine Flammenrückhalteeinrichtung (8) zugeordnet ist. In die Flammenrückhalteeinrichtung (8) ist dabei vorzugsweise ein Sedimentfänger (14) integriert, so daß ein Austritt von sich aus der Katalysatoranordnung (2) ablösenden heißen Katalysatorpartikeln entgegen der Strömungsrichtung des Gasgemisches sicher vermieden ist.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Vorrichtung zur Rekombination von Wasserstoff in einem Gasgemisch

5

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Rekombination von Wasserstoff in einem Gasgemisch, insbesondere für ein Kernkraftwerk.

- 10 In einem Kernkraftwerk könnte bei Stör- oder Unfallsituationen, so unwahrscheinlich diese auch sein mögen, beispielsweise aufgrund von Kernaufheizung eine Oxidation von Zirkonium auftreten. In diesem Fall muß mit der Bildung und Freisetzung von Wasserstoffgas und Kohlenmonoxid innerhalb des den Reaktorkern umschließenden Sicherheitsbehälters oder Containments gerechnet werden. Dadurch können innerhalb des Containments explosive Gasgemische entstehen.

- 20 Zur Verhinderung der Bildung derartiger explosiver Gasgemische im Containment eines Kernkraftwerks werden verschiedene Einrichtung oder Verfahren diskutiert. Hierzu gehören beispielsweise Einrichtungen wie katalytische Rekombinatoren, katalytisch und elektrisch betriebene Zündeinrichtungen oder die Kombination der beiden vorgenannten Einrichtungen sowie
- 25 Verfahren einer permanenten oder nachträglichen Inertisierung des Containments.

- Beim Einsatz eines katalytischen Rekombinators zur Beseitigung des Wasserstoffs aus der Atmosphäre des Containments
- 30 soll insbesondere eine frühzeitige und flammenlose Rekombination des Wasserstoffs mit Sauerstoff erreicht werden. Dabei soll ein signifikanter Druckaufbau als Folge einer virulenten Wasserstoffverbrennung sicher vermieden sein. Eine dazu geeignete früh startende Rekombinationseinrichtung, die auch
- 35 bei längerer Standzeit in der Containment-Atmosphäre nicht

wesentlich an Aktivität verliert und bei niedrigen Umgebungstemperaturen passiv startet, wird in der (nicht vorveröffentlichten) Deutschen Patentanmeldung 196 36 557.0 vorgeschlagen. Mit einer derartigen Rekombinationseinrichtung ist
5 eine "sanfte" Rekombination des Wasserstoffs in einer z.B. dampfinertisierten Phase der Containment-Atmosphäre ohne eine Zündung möglich. Ein Katalysatorsystem zur Rekombination von Wasserstoff mit Sauerstoff ist auch aus der US-PS 5,167,908 bekannt.

10

Aus der EP 0 436 942 A1 ist ein Rekombinatorsystem mit einer Gehäuseschutzeinrichtung bekannt, die sich in Abhängigkeit von einer äußeren Temperatur selbsttätig öffnet. In einem Bereitschaftszustand des Rekombinationssystems ist die Gehäuse-
15 schutzeinrichtung hingegen geschlossen, so daß eine Verschmutzung der katalytisch aktiven Oberfläche des Rekombinators vermieden ist.

20

Bei einer aus der EP 0 416 140 A1 bekannten Rekombinatoreinrichtung hingegen sind Filtermedien vorgesehen, die Schadstoffe aus der Umgebungsatmosphäre, wie beispielsweise Aerosole, zurückhalten und somit den Katalysator der Rekombinatoreinrichtung gegen Verunreinigung schützen.

25

Aus der EP 0 388 955 A1 ist eine Rekombinatoreinrichtung bekannt, bei der zusätzlich eine Zündvorrichtung zur Auslösung einer kontrollierten Wasserstoffverbrennung vorgesehen ist.

30

Jedes bekannte Rekombinatorsystem ist für eine besonders hohe Rekombinatorleistung bei besonders geringen Komponentenabmessungen sowie für eine hohe Resistenz gegenüber Verunreinigung ausgelegt. Für den Einsatz einer Vorrichtung zur Rekombination von Wasserstoff in einem Gasgemisch in einem Kernkraftwerk ist darüber hinaus aber auch sicherzustellen, daß keine
35 die Sicherheit des Kernkraftwerks negativ beeinflussenden Ef-

fekte auftreten können. Es ist zu berücksichtigen, daß eine zur Rekombination des Wasserstoffs eingesetzte Katalysatoranordnung sich in Folge der Rekombination üblicherweise erwärmt und aufgrund ihrer erhöhten Temperatur zur Zündung des Gasgemischs innerhalb der Containment-Atmosphäre des Kernkraftwerks in ungewollter Weise beitragen könnte.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Rekombination von Wasserstoff in einem Gasgemisch, insbesondere für die Containment-Atmosphäre eines Kernkraftwerks, anzugeben, bei deren Betrieb eine ungewollte Zündung des Gasgemischs besonders sicher vermieden ist.

Diese Aufgabe wird für eine Vorrichtung der obengenannten Art erfindungsgemäß gelöst, indem einer zugehörigen Katalysatoranordnung, die in einem im Betriebsfall für das Gasgemisch in freier Konvektion durchströmbaren Gehäuse angeordnet ist, eine Flammenrückhalteeinrichtung zugeordnet ist.

Unter "freier Konvektion" ist hierbei insbesondere zu verstehen, daß eine aus der Rekombination des Wasserstoffs in der Umgebung der Katalysatoranordnung resultierende lokale Temperaturerhöhung des Gasgemisches in einem Auftrieb resultiert, der den Druckverlust in der Rekombinationsvorrichtung derart überkompensiert, daß die Strömung des Gasgemisches durch die Rekombinationsvorrichtung ohne äußere Antriebsmittel gewährleistet ist. Das Gehäuse ist dabei in der Art eines annähernd senkrecht angeordneten Schachtes ausgebildet, so daß im Betriebsfall eine Kaminwirkung zur Unterstützung der Strömung des Gasgemisches eintritt.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß eine ungewollte Zündung des Gasgemisches in der Umgebung der Rekombinationsvorrichtung durch eine aus dieser austretende, bei der Rekombination erzeugte Flamme ausgelöst werden könnte. Um

dies sicher zu vermeiden, sollte der vom Gehäuse umschlossene Innenraum der Rekombinationsvorrichtung von ihrem Außenraum explosionstechnisch entkoppelt sein. Dazu ist eine Flammenrückhalteeinrichtung vorgesehen. Die Flammenrückhalteeinrichtung sollte dabei derart angeordnet sein, daß insbesondere eine Flammenausbreitung entgegen der Strömungsrichtung des Gasgemisches sicher unterbunden ist.

Die Flammenrückhalteeinrichtung kann als das Gehäuse ganz oder teilweise umgebendes Lochblech oder Gitter ausgebildet sein. Vorzugsweise ist die Flammenrückhalteeinrichtung der Katalysatoranordnung vorgeschaltet.

Um eine ungewollte Zündung des die Rekombinationsvorrichtung umgebenden Gasgemisches besonders zuverlässig zu vermeiden, ist der Katalysatoranordnung vorteilhafterweise ein Sedimentfänger vorgeschaltet.

Wie sich nämlich in überraschender Weise herausstellte, können auch sogenannte "vagabundierende" heiße Katalysatorpartikel zu einer Zündung des die Rekombinatorvorrichtung umgebenden Gasgemisches beitragen. Beim Betrieb oder auch im Stillstand einer Rekombinationsvorrichtung kann es zur Ablösung von Partikeln aus der Katalysatoranordnung kommen. Diese abgelösten Katalysatorpartikel können aufgrund der bei der Rekombination des Wasserstoffs freigesetzten Wärme eine hohe Temperatur aufweisen und somit bei ihrem Eintritt in ein zündfähiges Gasgemisch, beispielsweise in der Umgebung der Rekombinationsvorrichtung, eine Zündung verursachen. Um eine derartige Zündung durch aus der Rekombinationsvorrichtung ausgetragene vagabundierende Katalysatorpartikel sicher zu vermeiden, ist der Sedimentfänger vorgesehen. Der Sedimentfänger ist dabei zweckmäßigerweise in die Flammenrückhalteeinrichtung integriert.

Für eine besonders zuverlässige Vermeidung einer Zündung des die Rekombinationsvorrichtung umgebenden Gasgemisches durch vagabundierende heiße Katalysatorpartikel ist der Sedimentfänger vorteilhafterweise durch das in das Gehäuse einströmende Gasgemisch kühlbar. Somit ist eine sofortige zuverlässige Abkühlung eines auf den Sedimentfänger auftreffenden glühenden Katalysatorpartikels auf besonders einfache Weise sichergestellt.

- 10 Zweckmäßigerweise weist das Gehäuse der Rekombinationsvorrichtung oberhalb einer Ausströmöffnung für das Gasgemisch ein Gehäusedach auf. Ein für die Durchströmung des Gasgemisches in freier Konvektion besonders geeignetes, schachtartig ausgebildetes Gehäuse ist somit auch in Kombination mit einem
15 oberhalb angeordneten Spraysystem einsetzbar, ohne daß eine Direktbeaufschlagung der Katalysatoranordnung mit Tropfen eintreten könnte. Eine aus der Direktbeaufschlagung der Katalysatoranordnung mit Tropfen resultierende Auswaschung von Katalysatorpartikeln ist somit allenfalls in geringem Maße
20 möglich.

Die Flammenrückhalteeinrichtung weist vorteilhafterweise eine Anzahl von zur Einströmung des Gasgemisches vorgesehenen Einströmöffnungen mit einer mittleren Größe von mehr als 0,1 mm, vorzugsweise von mehr als 0,2 mm, auf. Die mittlere Größe der
25 Einströmöffnungen beträgt dabei zweckmäßigerweise höchstens 3 mm, vorzugsweise höchstens 2 mm. Durch eine derartige Dimensionierung der Eintrittsöffnungen ist die Funktionsweise der Flammenrückhalteeinrichtung sichergestellt, wobei Partikel kleinerer Größe, wie beispielsweise Aerosole, frei penetrieren können. Eine Verblockungsgefahr durch Kleinpartikel, wie beispielsweise Aerosole, ist somit sicher vermieden. Der für das Strömungsverhalten des Gasgemisches durch die Rekombinationsvorrichtung relevante Druckverlust bleibt somit auch
30 nach längerem Betrieb besonders gering. Zudem ist bei einer
35

derartigen Dimensionierung in Kombination mit einer geeignet gewählten Anströmfläche die Auslegung der Rekombinationsvorrichtung für eine besonders günstige Strömungsgeschwindigkeit des einströmenden Gasgemisches im Hinblick auf die Rekombinationsrate des Wasserstoffs möglich.

Um eine Zündung des Gasgemisches außerhalb der Rekombinationsvorrichtung besonders zuverlässig zu unterbinden, ist ein von der Katalysatoranordnung und von der Flammenrückhalteeinrichtung begrenztes Deflagrationsvolumen in der Relation zum Volumen des Rekombinatorschachts oder schachtartigem Gehäuses vorzugsweise kleiner als etwa 20% des Volumens des Rekombinatorschachts. Dabei begrenzt das Deflagrationsvolumen eine Flamme vorteilhafterweise auf eine Flammenlänge von höchstens 0,3 m, oder ein mittlerer Abstand der Flammenrückhalteeinrichtung zu der Katalysatoranordnung höchstens beträgt 0,3 m.

Zur Vermeidung eines Austrages von Grobpartikeln mit dem aufgrund der Rekombinationsreaktion aufgeheizten Gasgemisch aus der Rekombinationsvorrichtung ist der Katalysatoranordnung vorzugsweise ein Grobpartikelfänger nachgeschaltet. Der Grobpartikelfänger kann dabei derart ausgelegt sein, daß einerseits der Austrag aus der Katalysatoranordnung ausgelöster vagabundierender Katalysatorpartikel aus der Rekombinationsvorrichtung wirksam unterbunden ist, und daß andererseits im Bereich des Grobpartikelfängers eine Mischwirkung im durchströmenden Gasgemisch zum Zweck einer Temperaturhomogenisierung auftritt. Der Grobpartikelfänger ist dabei derart dimensioniert, daß Partikel kleiner Partikelgröße, wie beispielsweise Atmosphärenaerosole, frei penetrieren können. Eine Filterung von Atmosphärenaerosolen ist dabei nicht erforderlich, insbesondere weil durch die Thermophorese oder temperaturinduzierte Abstoßung an der Katalysatoranordnung eine Ablagerung der Aerosole weitgehend vermieden ist. Eine Ver-

blockungsgefahr durch die Aerosole ist somit sicher vermieden, so daß ein die freie Konvektion in der Rekombinationsvorrichtung hemmender Druckverlust auch bei längerem Betrieb der Rekombinationsvorrichtung gering bleibt. Der Durchsatz
5 des Gasgemisches durch die Rekombinationsvorrichtung ist somit auch bei längerem Betrieb nicht beeinträchtigt. Der Grobpartikelfänger weist dazu vorteilhafterweise eine Anzahl von Durchtrittsöffnungen mit einer mittleren Spaltbreite von mindestens 0,1 mm, vorzugsweise von mindestens 0,2 mm und von
10 höchstens 1 mm, auf. Der Grobpartikelfänger kann hierbei als einlagiges Siebblech oder auch als mehrlagige Sieb- oder Faseranordnung oder als eine Kombination von beiden ausgebildet sein.

15 Zur Begrenzung der Oberflächentemperaturen der Rekombinationsvorrichtung auf einen Bereich deutlich unterhalb der Zündtemperatur des die Rekombinationsvorrichtung umgebenden Gasgemisches weist das Gehäuse vorteilhafterweise einen Isoliermantel auf. Dabei kann in der Art einer Doppelmantelausführung ein Luftspalt oder auch ein temperatur- und strahlenbeständiger Isolierstoff vorgesehen sein. Zur Verringerung
20 einer Wärmeübertragung durch Strahlung kann die Innenoberfläche des Gehäuses zudem verspiegelt sein. Die Innenoberfläche kann dabei derart geschliffen sein, daß ein dreidimensionaler Spiegeleffekt entsteht, der insbesondere in einem Temperaturbereich von mehr als 500°C den relevanten Wärmetransport
25 durch Strahlung gering hält.

Zur Kühlung des aus der Rekombinationsvorrichtung austretenden Gasgemisches auf eine Temperatur deutlich unterhalb der
30 Zündtemperatur des die Rekombinationsvorrichtung umgebenden Gasgemisches ist der Katalysatoranordnung zweckmäßigerweise eine Beimischstrecke zur Zumischung von Umgebungsatmosphäre zu dem aus der Katalysatoranordnung austretenden Gasgemisch
35 nachgeschaltet. Die Beimischstrecke ist dabei zweckmäßiger-

weise strömungsseitig hinter dem Grobpartikelfänger angeordnet. Zur Beimischung ist dabei vorzugsweise im Gehäuse eine Anzahl von Spaltöffnungen zur Zuführung von Umgebungsatmosphäre zum innerhalb des Gehäuses strömenden Gasgemisch vorgesehen.

Für eine besonders zuverlässige Vermeidung einer ungewollten Zündung des die Rekombinationsvorrichtung umgebenden Gasgemisches ist die Rekombinationsvorrichtung zweckmäßigerweise derart ausgelegt, daß das aus der Katalysatoranordnung ausströmende, durch die Rekombination des Wasserstoffs aufgeheizte Gasgemisch eine Temperatur unterhalb der Zündtemperatur des die Rekombinationsvorrichtung umgebenden Gasgemisches aufweist. Dazu ist der Katalysatoranordnung vorteilhafterweise ein statischer Mischer nachgeschaltet, der eine Homogenisierung oder Vergleichmäßigung der Temperatur des aus der Katalysatoranordnung ausströmenden Gasgemisches bewirkt. Lokal besonders stark aufgeheizte Teile des Gasgemisches werden dabei mit lokal besonders schwach aufgeheizten Teilen des Gasgemisches vermischt, so daß hohe Maximaltemperaturen vermieden sind.

Für eine besonders effektive Rekombination des im Gasgemisch geführten Wasserstoffs weist die Katalysatoranordnung zweckmäßigerweise Platin und/oder Palladium als katalytisch aktives Material auf. Zweckmäßigerweise umfaßt die Katalysatoranordnung eine Anzahl annähernd plattenförmiger Katalysatorkörper, wobei jeweils zwei benachbarte Katalysatorkörper in einem mittleren Abstand zueinander von mindestens 0,8 cm und von höchstens 3 cm angeordnet sind. Für eine hohe Rekombinationsrate bei geringem Volumen ist dabei vorteilhafterweise jeder Katalysatorkörper beidseitig mit Katalysatormaterial unter Bildung von Reaktionsflächen beschichtet, wobei das Gasgemisch sowohl über die frontseitige als auch über die

rückseitige Rekationsfläche jedes Katalysatorkörpers leitbar ist.

Die Katalysatorkörper sind zweckmäßigerweise in einer gemeinsamen Halterung gehalten. Die Rekombinationsvorrichtung ist somit mit besonders geringem Montage- und Installationsaufwand herstellbar. Die Halterung weist dabei vorteilhafterweise eine gute Wärmeleitfähigkeit auf, so daß in besonders einfacher Weise eine Vergleichmäßigung der Temperatur im Bereich der Katalysatoranordnung gewährleistet ist.

Um die Temperatur des aus der Katalysatoranordnung ausströmenden Gasgemisches besonders zuverlässig unterhalb der Zündtemperatur des die Rekombinationsvorrichtung umgebenden Gasgemisches zu halten, ist die Katalysatoranordnung vorteilhafterweise für eine Oxidation lediglich eines Anteils des im Gasgemisch geführten Wasserstoffs, vorzugsweise für eine Oxidation eines Anteils des im Gasgemisch geführten Wasserstoffs von weniger als 70%, vorzugsweise weniger als 50%, ausgelegt.

Eine besonders zuverlässige Konvektionsströmung innerhalb der Rekombinationsvorrichtung ist erreichbar, indem das Gehäuse in Strömungsrichtung des Gasgemisches vorteilhafterweise eine Länge von mindestens 0,4 m, vorzugsweise von mindestens 1 m und von höchstens 2 m, aufweist.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch die der Katalysatoranordnung vorgeschaltete Flammenrückhalteeinrichtung die Ausbreitung einer in Folge der bei der Rekombination von Wasserstoff freigesetzten Wärme auftretenden Flamme in einen Raumbereich außerhalb der Rekombinationsvorrichtung sicher vermieden ist. Durch eine geeignete Dimensionierung der Flammenrückhalteeinrichtung ist dabei die Auslegung der Rekombinationsvorrichtung für einen besonders geringen Druckverlust möglich, so

10

daß die Rekombinationsvorrichtung in freier Konvektion und somit mit einfachen Mitteln betreibbar ist. Durch den der Katalysatoranordnung zweckmäßigerweise vorgeschalteten, vorteilhafterweise in die Flammenrückhalteeinrichtung integrier-

5 ten Sedimentfänger ist zudem ein Austrag sich ablösender vagabundierender heißer Katalysatorpartikel in den Raumbereich außerhalb der Rekombinationsvorrichtung sicher vermieden. Ein flammenloser Betrieb der Rekombinationsvorrichtung in zündfähiger Atmosphäre ist somit unter Vermeidung ungewollter Zündungen im Raumbereich außerhalb der Rekombinationsvorrichtung

10 möglich.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

15

Figur 1 eine Vorrichtung zur Rekombination von Wasserstoff in einem Gasgemisch,

20

Figur 2 eine alternative Vorrichtung zur Rekombination von Wasserstoff in einem Gasgemisch,

Figur 3 einen Ausschnitt III aus Figur 2, und

25

Figur 4 einen Ausschnitt IV aus Figur 2.

Gleiche Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Die Vorrichtung 1 gemäß Figur 1 und die Vorrichtung 1' gemäß

30 Figur 2 sind jeweils zur Rekombination von Wasserstoff in einem Gasgemisch, nämlich in der Containment-Atmosphäre eines nicht näher dargestellten Kernkraftwerks bei einem Störfall, vorgesehen. Die Vorrichtung 1, 1' umfaßt dazu jeweils eine Katalysatoranordnung 2, bei der in nicht näher dargestellter

35 Weise für die Rekombination von Wasserstoff geeignetes kata-

lytisch aktives Material auf einer Trägeranordnung angebracht ist. Als katalytisch aktives Material kann dabei insbesondere eine Mischung aus Edelmetallen oder auch eine Anordnung von Edelmetallfolien vorgesehen sein. Als Edelmetall sind dabei
5 insbesondere Platin und/oder Palladium vorgesehen.

Die Katalysatoranordnung 2 umfaßt eine Anzahl annähernd plattenförmiger, annähernd parallel angeordneter Katalysatorkörper 3, die einem Abstand von mindestens 0,8 cm und höchstens
10 3 cm zueinander angeordnet sind. Die Katalysatorkörper 3 können dabei als massive Platten oder auch als Schüttung in einem plattenförmigen Tragewerk ausgeführt sein.

Jeder Katalysatorkörper 3 ist beidseitig mit Katalysatormaterial unter Bildung von Reaktionsflächen beschichtet, wobei
15 das Gasgemisch sowohl über die frontseitige als auch über die rückseitige Reaktionsfläche jedes Katalysatorkörpers 3 leitbar ist. Für eine besonders einfache Montage sind die Katalysatorkörper 3 in einer als Einschub aufgebauten gemeinsamen
20 Halterung mit hohem Wärmeleitungsvermögen gehaltert.

Die Katalysatoranordnung 2 ist in einem Gehäuse 4 angeordnet. Das Gehäuse 4 ist dabei derart ausgebildet, daß die Vorrichtung 1, 1' im Betriebsfall für das Gasgemisch in freier Konvektion durchströmbar ist. Dazu bildet das Gehäuse 4 entlang
25 einer im wesentlichen vertikalen, durch den Pfeil 6 angedeuteten Vorzugsrichtung einen Schacht. Der in Folge der Wärmeentwicklung bei der Rekombination des Gasgemisches im Bereich der Katalysatoranordnung 2 verursachte Auftrieb bewirkt im
30 Betriebsfall der Vorrichtung 1, 1' eine Überkompensation des Druckabfalls für das Gasgemisch, so daß in Folge einer Kaminwirkung des schachtartig ausgestalteten Gehäuses 4 eine Durchströmung des Gasgemisches durch die Vorrichtung 1, 1' ohne
äußere Hilfs- oder Antriebsmittel einsetzt. Der schachtartig
35 ausgebildete Teil des Gehäuses weist dabei eine Kaminhöhe

12

zwischen 0,5 m und 2,5 m zur Kompensation der verursachten Druckverluste auf. Für ein besonders günstiges Konvektionsverhalten weist das Gehäuse 4 zudem zweckmäßigerweise ein Höhen-zu-Tiefen-Verhältnis zwischen 0,3 und 10 auf.

5

Die Vorrichtung 1, 1' ist derart ausgestaltet, daß auch bei den in Folge der Wärmefreisetzung bei der Rekombination von Wasserstoff im Bereich der Katalysatoranordnung 2 auftretenden hohen Temperaturen eine Zündung zündfähigen Gasgemisches im Bereich außerhalb der Vorrichtung 1, 1' sicher vermieden ist. Dazu ist der Katalysatoranordnung 2 eine Flammenrückhalteeinrichtung 8 zugeordnet. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 ist die Flammenrückhalteeinrichtung 8 als das Gehäuse 4 vollständig umschließendes Drahtgitter ausgebildet. Alternativ kann auch ein Lochblech vorgesehen sein.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 ist die Flammenrückhalteeinrichtung 8 der Katalysatoranordnung 2 vorgeschaltet. Die Flammenrückhalteeinrichtung 8 ist dabei derart strömungsseitig vor der Katalysatoranordnung 2 angeordnet, daß ihr mittlerer Abstand zur Katalysatoranordnung 2 weniger als 0,3 m beträgt. Das von der Katalysatoranordnung 2 und der Flammenrückhalteeinrichtung 8 begrenzte Volumen begrenzt eine dort entstehende Flamme somit auf eine Flammenlänge von weniger als 0,3 m.

Die Flammenrückhalteeinrichtung 8 umfaßt im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 eine Anzahl von Flammenfiltern 10, von denen in Figur 3 einer gezeigt ist. Jeder Flammenfilter 10 ist im Ausführungsbeispiel aus einem perforierten metallischen Grundkörper 11 aufgebaut, wobei die Perforierung - wie in Figur 4 im Ausschnitt dargestellt - eine Anzahl von Einströmöffnungen 12 für das Gasgemisch freigibt. Der Grundkörper 11 ist dabei von einer Schicht 13 aus Fasergewebe, insbesondere aus Metallfasergewebe, bedeckt. Ein derartig ausge-

bildeter Flammenfilter 10 trägt zusätzlich auch zu einer Homogenisierung des ihn durchströmenden Gasgemisches bei.

Die Perforierung des metallischen Grundkörpers 11 jedes Flammenfilters 10 kann beispielsweise rund, geschlitzt oder quadratförmig ausgeführt sein. Alternativ sind auch andere Ausführungen der Perforierung möglich. Die durch alle Eintrittsöffnungen 12 definierte summierte relative freie Fläche aller Flammenfilter 10 ist mindestens so groß, vorteilhafterweise etwa 1- bis 3-mal so groß, wie der freie Eintrittsquerschnitt der Katalysatoranordnung 2.

Für eine besonders große Oberfläche jedes Flammenfilters 10 ist der jeweilige Grundkörper 11 mit verschiedenen Faltungen und/oder Abkantungen versehen, wobei sich ein annähernd sternförmiger Querschnitt ergibt. Die Spaltbreite der durch die Perforierung der Grundkörper 11 der Flammenfilter 10 gegebenen Eintrittsöffnungen 12 ist weiterhin an die im Auslegungsfall erwartete Wasserstoff-Konzentration angepaßt. Für eine explosionstechnische Entkopplung des Inneren der Vorrichtung 1' von ihrer Umgebung bei einer Wasserstoff-Konzentration von bis zu 10 Vol% ist beispielsweise eine Spaltweite von maximal 2 mm vorgesehen. Bei einer Wasserstoff-Konzentration im Auslegungsfall von mehr als 10 Vol% ist hingegen eine Spaltweite von weniger als 1 mm vorgesehen. Die Spaltweite der Perforierung der metallischen Grundkörper 11 der Flammenfilter 10 ist dabei zudem derart dimensioniert, daß eine Abscheidung von Kolloiden oder Aerosolen an den Flammenfiltern 10 weitgehend vermieden ist. Eine Verstopfung der Vorrichtung 1' bei ihrem Betrieb ist somit sicher vermieden.

Als weiteres Auslegungskriterium bei der Dimensionierung der Spaltweite der in den metallischen Grundkörpern 11 der Flammenfilter 10 vorgesehenen Eintrittsöffnungen 12 ist berücksichtigt, daß der Druckaufbau innerhalb des Gehäuses 4 der

Vorrichtung 1' im Falle einer Zündung des dort vorhandenen Gasgemisches kleiner als etwa 100 hPa bleiben soll, so daß eine Gefährdung der Vorrichtung 1' sicher vermieden ist. Dazu ist die Spaltweite der Eintrittsöffnungen 12 in den metallischen Grundkörpern 11 der Flammenfilter 10 derart bemessen, 5 daß ein ausreichender Entlastungsquerschnitt für den Fall einer derartigen Zündung vorhanden ist.

In die Flammenrückhalteeinrichtung 8 ist im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 ein Sedimentfänger 14 integriert. Dazu ist jeder Flammenfilter 10 derart ausgebildet, daß Partikel, die - wie in Figur 3 schematisch dargestellt - direkt oder über einen Flüssigkeitstropfen in den im Längsschnitt V-förmig ausgebildeten Flammenfilter 10 gelangen, sich in dessen 15 Bodenbereich ablagern. Dabei möglicherweise abgeschiedene Flüssigkeit gelangt über Ausströmöffnungen 15 in ein nicht näher dargestelltes Ablaufsystem.

Der Sedimentfänger 14 umfaßt weiterhin eine Anzahl von Fängerblechen 16, von denen jeweils eines über dem Einströmkanal jedes Flammenfilters 10 angeordnet ist. Alternativ oder zusätzlich kann der Sedimentfänger 14 auch ein in Strömungsrichtung des Gasgemisches gesehen vor der Katalysatoranordnung 2 angeordnetes Drahtgeflecht umfassen. Bei der Dimensionierung des Sedimentfängers 14 hinsichtlich der Größe der 25 aufzufangenden Partikel ist die Erkenntnis berücksichtigt, daß aus physikalischen Gründen vornehmlich Katalysatorpartikel mit einer Korngröße von mehr als etwa 100 µm zu einer Zündung des Gasgemisches beitragen. Ein Austritt sich aus der Katalysatoranordnung 2 ablösender vagabundierender heißer Katalysatorpartikel von mehr als dieser Korngröße aus dem Gehäuse 4 entgegen der Strömungsrichtung des Gasgemisches ist 30 durch den Sedimentfänger 14 sicher vermieden. Der Sedimentfänger 14 sowie die Flammenrückhalteeinrichtung 8 sind durch das in das Gehäuse 4 einströmende Gasgemisch kühlbar. 35

15

Die Katalysatoranordnung 2 ist derart dimensioniert, daß im Auslegungsfall lediglich ein Anteil des Wasserstoffs der im in die Vorrichtung 1, 1' einströmenden Gasgemisch geführt wird, von weniger als 50% oxidiert wird. Die Temperaturerhöhung im Gasgemisch, die aus der durch die Oxidation freigesetzten Wärmemenge resultiert, ist somit nur begrenzt. Die Temperatur des aus der Katalysatoranordnung 2 austretenden Gasgemisches ist somit deutlich unterhalb der Zündtemperatur der Atmosphäre in der Umgebung der Vorrichtung 1, 1' gehalten.

Für eine weitere Begrenzung der im Gasgemisch auftretenden Maximaltemperatur ist - wie in Figur 2 dargestellt - im Gehäuse 4 in Strömungsrichtung des Gasgemisches nach der Katalysatoranordnung 2 ein statischer Mischer 17 angeordnet. Der statische Mischer 17, der beispielsweise eine Anzahl von Mischplatten 18 umfaßt, dient dabei zur Durchmischung oder Verwirbelung des durchströmenden Gasgemisches. Durch eine derartige Durchmischung oder Verwirbelung wird eine Homogenisierung der Temperatur des Gasgemisches über den Querschnitt innerhalb des Gehäuses 4 erreicht. Aufgrund ihrer räumlichen Nähe zu den Katalysatorkörpern stärker aufgeheizte Zonen innerhalb des Gasgemisches werden dabei mit aufgrund ihrer vergleichsweise größeren räumlichen Entfernung zu den Katalysatorkörpern 3 vergleichsweise kälteren Zonen des Gasgemisches durchmischt. Dadurch wird eine effektive Temperaturherabsetzung der am stärksten aufgeheizten Bereiche innerhalb des Gasgemisches erreicht, so daß vorgebbare Temperaturgrenzwerte für das Gasgemisch sicher unterschritten sind.

30

Innerhalb des Gehäuses 4 ist der Katalysatoranordnung 2 ein Grobpartikelfänger 20 nachgeschaltet. Der Grobpartikelfänger 20, der im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 dem statischen Mischer 17 nachgeschaltet ist, ist dabei im Ausführungsbeispiel aus einem Geflecht dünner Drähte aufgebaut. Das Ge-

35

flecht bildet Durchtrittsöffnungen 21, wobei die Maschenweite des Drahtgewebes unter Berücksichtigung des Druckverlustes der Vorrichtung 1, 1' und der erforderlichen Abscheideleistung kleiner als 800 µm gewählt ist. Als weiteres Ausle-

5 gungskriterium bei der Dimensionierung der Maschenweite ist zudem berücksichtigt, daß am Grobpartikelfänger 20 keine Abscheidung von Kolloiden oder Aerosolen erfolgen soll. Der Grobpartikelfänger 20 ist vielmehr derart dimensioniert, daß Aerosole oder Kolloide quantitativ und ohne nennenswerte Ab-

10 scheideverluste penetrieren können. Eine Verblockungsgefahr aufgrund sich ablagernder Aerosole oder Kolloide ist somit sicher vermieden. Der Durchsatz durch die Vorrichtung 1, 1' ist somit auch bei längerem Betrieb nicht nennenswert beeinflußt. Die Maschenweite des Grobpartikelfängers 20 beträgt

15 dabei mehr als 0,1 mm, insbesondere 0,2 mm bis 0,8 mm. Alternativ kann der Grobpartikelfänger 20 auch eine Hintereinanderschaltung mehrerer grobmaschiger Drahtgeflechte umfassen. In diesem Fall kann die Maschenweite jedes Drahtgeflechts auch größer als 1 mm gewählt sein.

20

Dem Grobpartikelfänger 20 und somit auch der Katalysatoranordnung 2 ist eine Beimischstrecke 24 zur Zumischung von Umgebungsatmosphäre zu dem aus der Katalysatoranordnung 2 austretenden Gasgemisch nachgeschaltet. Im Bereich der Beimisch-

25 strecke 24 weist das Gehäuse 4 dazu eine Anzahl von Spaltöffnungen 26 auf. Durch Zumischung von Umgebungsatmosphäre zu dem aus der Katalysatoranordnung 2 austretenden Gasgemisch kann dessen Temperatur zuverlässig auf einen Wert unterhalb der Zündtemperatur der Umgebungsatmosphäre abgesenkt werden.

30

Im Endbereich des Gehäuses 4 der Vorrichtung 1, 1' ist eine Ausströmöffnung 28 für das Gasgemisch vorgesehen. Die Ausströmöffnung 28 ist dabei seitlich im Gehäuse 4 angeordnet, so daß bei annähernd vertikaler Anordnung der Vorrichtung 1,

35 1' eine Ausströmung des Gasgemisches in annähernd horizonta-

17

ler Richtung erfolgt. Oberhalb der Ausströmöffnung 28 ist das Gehäuse 4 mit einem Gehäusedach 30 versehen. Das Gehäusedach 30 dient dabei als tropfenabweisende Begrenzung für die Vorrichtung 1, 1', so daß auch beim Betrieb eines Spraysystems oberhalb der Vorrichtung 1, 1' ein Direkteintrag von Flüssigkeitstropfen in die Vorrichtung 1, 1' vermieden ist. Eine Auswaschung von Katalysatorpartikeln aus der Katalysatoranordnung 2 ist somit auch beim Einsatz eines derartigen Spraysystems sicher vermieden.

10

Das Gehäuse 4 weist im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 einen Isoliermantel 32 auf. Im Ausführungsbeispiel ist der Isoliermantel 32 in der Art einer Doppelmantelausführung als Luftspalt ausgebildet. Alternativ kann auch ein zwischen zwei Mantelschichten angeordneter temperatur- und strahlenbeständiger Isolierstoff vorgesehen sein. Zur Verringerung einer Wärmeübertragung durch Strahlung vom Innenbereich des Gehäuses 4 auf dessen Außenbereich ist die Oberfläche der Innenseite des Isoliermantels 32 derart geschliffen, daß ein Spiegeleffekt entsteht. Ein Austritt von Strahlung durch den Isoliermantel 32 ist somit sicher vermieden. Durch diese Ausgestaltung des Isoliermantels 32 ist insbesondere der in einem Temperaturbereich von mehr als 500°C relevante Wärmetransport durch Strahlung in einem hohen Maße unterbunden. Die mit einem derartigen Isoliermantel 32 versehene Vorrichtung 1' weist beim Betrieb im Auslegungsfall eine Außentemperatur ihres Gehäuses von deutlich weniger als 500°C auf. Eine Zündung des das Gehäuse 4 umgebenden Gasgemisches aufgrund einer hohen Gehäuseaußentemperatur ist somit sicher vermieden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1, 1') zur Rekombination von Wasserstoff in einem Gasgemisch, bei der einer Katalysatoranordnung (2), die
5 in einem im Betriebsfall für das Gasgemisch in freier Konvektion durchströmbaren Gehäuse (4) angeordnet ist, eine Flammenrückhalteeinrichtung (8) zugeordnet ist.
2. Vorrichtung (1, 1') nach Anspruch 1, bei der die Flammenrückhalteeinrichtung (8) der Katalysatoranordnung (2) vorgeschaltet ist.
10
3. Vorrichtung (1, 1') nach Anspruch 1 oder 2, bei der der Katalysatoranordnung (2) ein Sedimentfänger (14) vorgeschaltet ist.
15
4. Vorrichtung (1, 1') nach Anspruch 3, bei der der Sedimentfänger (14) in die Flammenrückhalteeinrichtung (8) integriert ist.
20
5. Vorrichtung (1, 1') nach Anspruch 3 oder 4, deren Sedimentfänger (14) durch das in das Gehäuse (4) einströmende Gasgemisch kühlbar ist.
- 25 6. Vorrichtung (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 5, deren Gehäuse (4) ein oberhalb einer Ausströmöffnung (28) für das Gasgemisch angeordnetes Gehäusedach (30) aufweist.
- 30 7. Vorrichtung (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 6, deren Flammenrückhalteeinrichtung (8) eine Anzahl von zur Einströmung des Gasgemisches vorgesehenen Einströmöffnungen (12) mit einer mittleren Größe von mehr als 0,1 mm aufweist.
- 35 8. Vorrichtung (1, 1') nach Anspruch 7, bei der die Einströmöffnungen (12) jeweils eine mittlere Größe von mindestens

19

0,2 mm und von höchstens 3 mm, vorzugsweise von höchstens 2 mm, aufweisen.

5 9. Vorrichtung (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der ein von der Katalysatoranordnung (2) und von der Flammenrückhalteeinrichtung (8) begrenztes Volumen eine Flamme auf eine Flammenlänge von höchstens 0,3 m begrenzt.

10 10. Vorrichtung (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der ein mittlerer Abstand der Flammenrückhalteeinrichtung (8) zu der Katalysatoranordnung (2) höchstens 0,3 m beträgt.

15 11. Vorrichtung (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der der Katalysatoranordnung (2) ein Grobpartikelfänger (20) nachgeschaltet ist.

20 12. Vorrichtung (1, 1') nach Anspruch 11, deren Grobpartikelfänger (20) eine Anzahl von Durchtrittsöffnungen (21) mit einer mittleren Spaltbreite von mindestens 0,1 mm, vorzugsweise von mindestens 0,2 mm und von höchstens 1 mm, aufweist.

13. Vorrichtung (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei der das Gehäuse (4) einen Isoliermantel (32) aufweist.

25 14. Vorrichtung (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei der der Katalysatoranordnung (2) eine Beimischstrecke (24) zur Zumischung von Umgebungsatmosphäre zu dem aus der Katalysatoranordnung (2) austretenden Gasgemisch nachgeschaltet ist.

30 15. Vorrichtung (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 14, bei der der Katalysatoranordnung (2) ein statischer Mischer (17) nachgeschaltet ist.

16. Vorrichtung (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 15, bei der die Katalysatoranordnung (2) als katalytisch aktives Material Platin und/oder Palladium aufweist.
- 5 17. Vorrichtung (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 16, bei der die Katalysatoranordnung (2) eine Anzahl annähernd plattenförmiger Katalysatorkörper (3) umfaßt, wobei jeweils zwei benachbarte Katalysatorkörper (3) in einem mittleren Abstand zueinander von mindestens 0,8 cm und von höchstens 3 cm
10 angeordnet sind.
18. Vorrichtung (1, 1') nach Anspruch 17, bei der jeder Katalysatorkörper (3) beidseitig mit Katalysatormaterial unter Bildung von Reaktionsflächen beschichtet ist, wobei das Gas-
15 gemisch sowohl über die frontseitige als auch über die rückseitige Reaktionsfläche jedes Katalysatorkörpers (3) leitbar ist.
19. Vorrichtung (1, 1') nach Anspruch 17 oder 18, bei der die
20 Katalysatorkörper (3) in einer gemeinsamen Halterung mit gutem Wärmeleitungsvermögen, insbesondere in einem Einschub, gehalten sind.
20. Vorrichtung (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 19,
25 deren Katalysatoranordnung (2) für eine Oxidation lediglich eines Anteils des im Gasgemisch geführten Wasserstoffs, vorzugsweise für eine Oxydation eines Anteils des im Gasgemisch geführten Wasserstoffs von weniger als 50%, ausgelegt ist.
- 30 21. Vorrichtung (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 20, deren Gehäuse in Strömungsrichtung des Gasgemisches eine Länge von mindestens 0,4m, vorzugsweise von mindestens 1m und von höchstens 2m, aufweist.

1/3

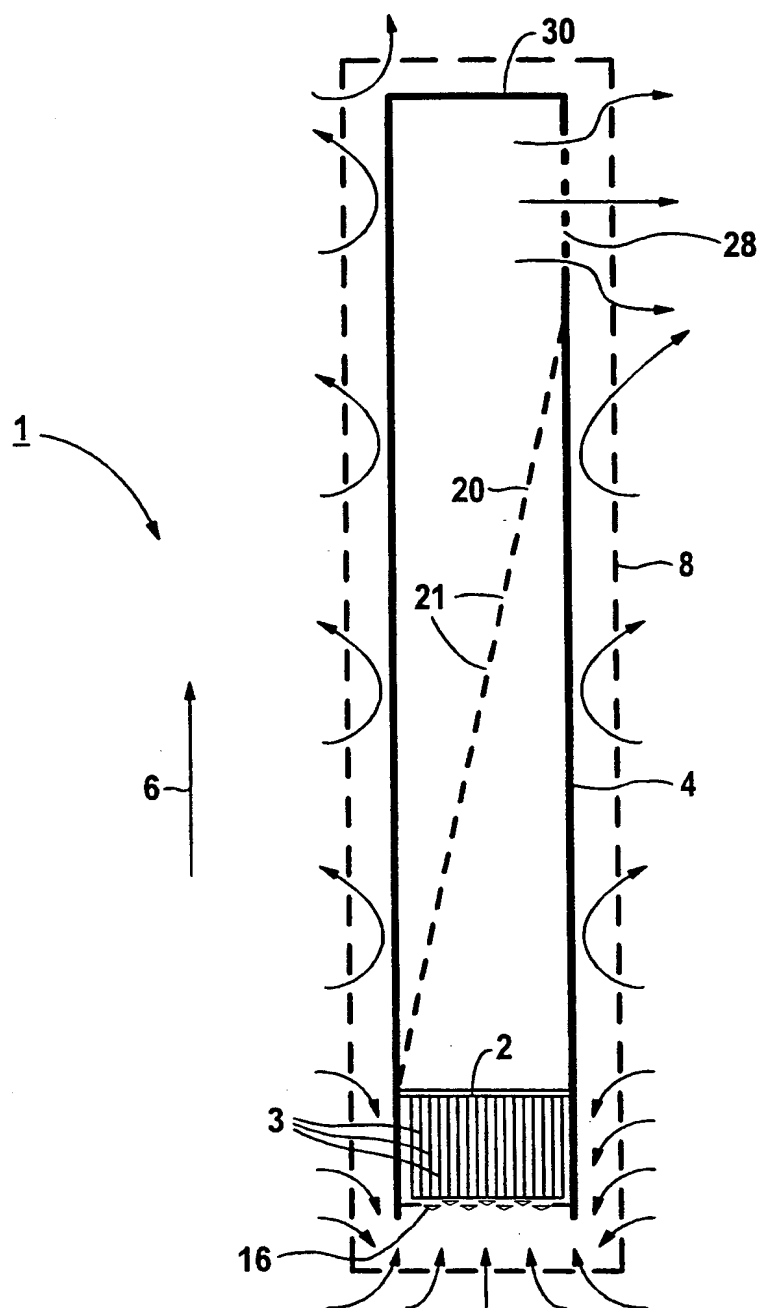


FIG 1

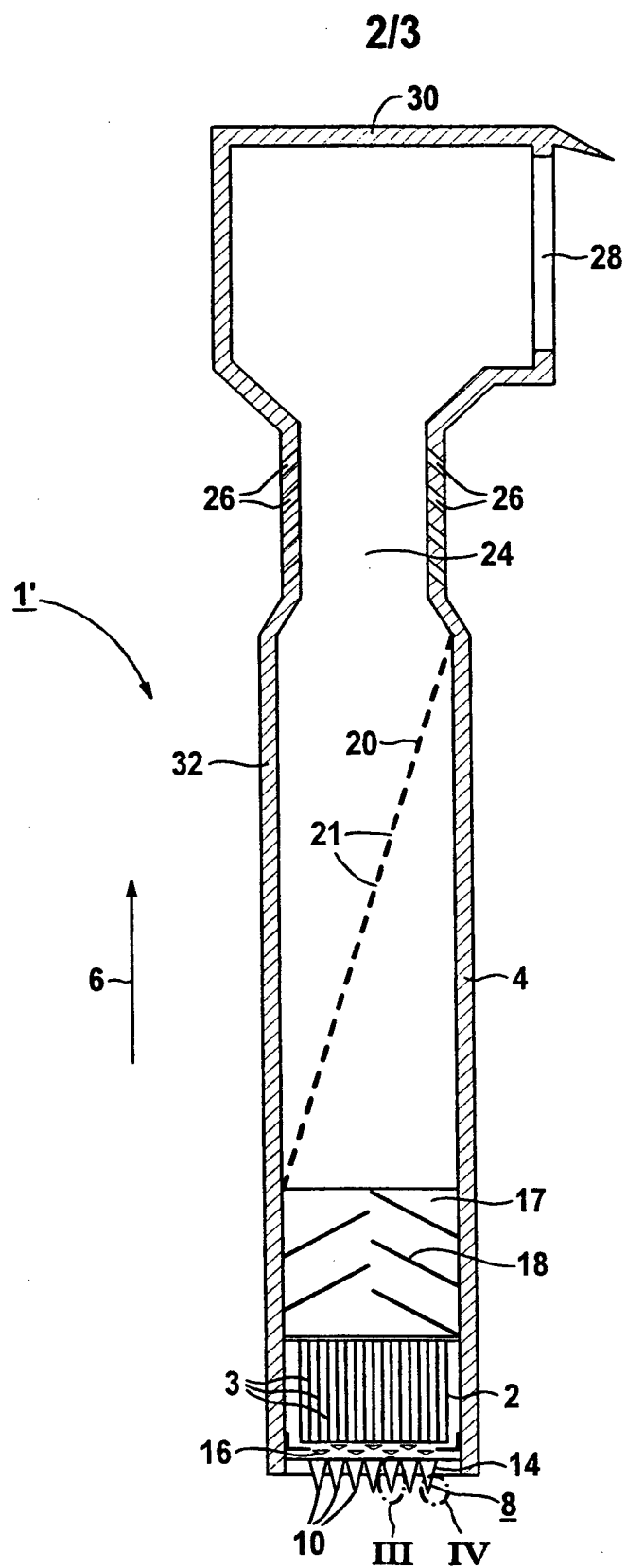


FIG 2

3/3

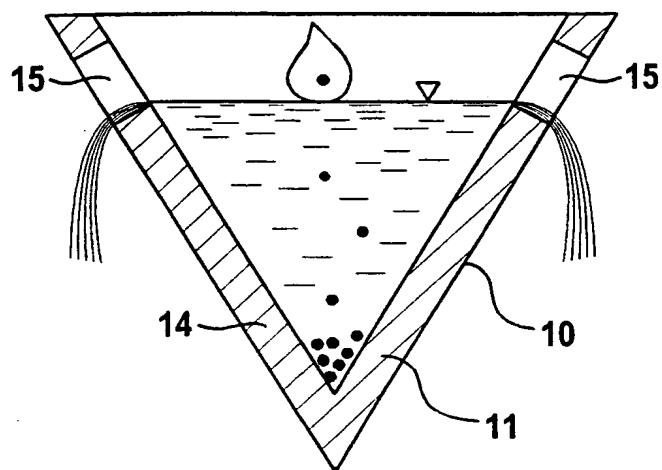


FIG 3

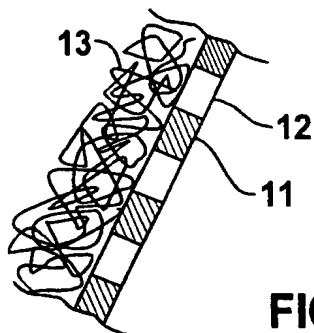


FIG 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No
PCT/EP 98/00430

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G21C19/317

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G21C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 301 217 A (HECK ET AL.) 5 April 1994 see the whole document ---	1-6, 10, 11, 16-21
X	US 4 911 879 A (HECK ET AL.) 27 March 1990 see the whole document ---	1-6, 10, 11, 16, 20, 21
X	DE 44 28 956 C (FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH) 22 August 1996 see the whole document ---	1-6, 11, 13-16
A	US 5 230 859 A (WIESEMES) 27 July 1993 see column 2, line 20-25 see column 3, line 12-37 see column 4, line 15-28 ---	1, 2, 6-8, 11, 12, 16
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 May 1998

Date of mailing of the international search report

18/06/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Frisch, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

I. International Application No

PCT/EP 98/00430

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 228 132 A (WEEMS ET AL.) 14 October 1980 see the whole document ---	1,7,11, 13-15
A	US 5 321 730 A (ECKARDT) 14 June 1994 see the whole document -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

I. International Application No

PCT/EP 98/00430

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5301217 A	05-04-94	DE 4015228 A	14-11-91
		CA 2082627 A	12-11-91
		CS 9101349 A	15-01-92
		WO 9118398 A	28-11-91
		DE 59106095 D	31-08-95
		EP 0527968 A	24-02-93
		ES 2075476 T	01-10-95
		FI 924624 A	13-10-92
		RU 2069582 C	27-11-96
		US 5473646 A	05-12-95
US 4911879 A	27-03-90	DE 3727207 A	23-02-89
		DE 3816012 A	16-11-89
		DE 3872095 A	23-07-92
		DE 8809641 U	13-10-88
		EP 0303144 A	15-02-89
		FI 883071 A, B	15-02-89
		JP 1068697 A	14-03-89
		CA 1310768 A	24-11-92
		SU 1681722 A	30-09-91
DE 4428956 C	22-08-96	NONE	
US 5230859 A	27-07-93	DE 3820187 A	02-02-89
		DE 3823421 A	18-01-90
		DE 3833401 A	23-03-89
		DE 3901382 A	26-07-90
		WO 8912897 A	28-12-89
		EP 0437436 A	24-07-91
		JP 3505080 T	07-11-91
US 4228132 A	14-10-80	US 4139603 A	13-02-79
US 5321730 A	14-06-94	DE 4040734 A	02-01-92
		WO 9120086 A	26-12-91
		DE 59106383 D	05-10-95
		EP 0535025 A	07-04-93

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/00430

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G21C19/317

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G21C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5.301.217 A (HECK ET AL.) 5. April 1994 siehe das ganze Dokument	1-6, 10, 11, 16-21
X	US 4.911.879 A (HECK ET AL.) 27. März 1990 siehe das ganze Dokument	1-6, 10, 11, 16, 20, 21
X	DE 44 28 956 C (FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH) 22. August 1996 siehe das ganze Dokument	1-6, 11, 13-16
A	US 5.230.859 A (WIESEMES) 27. Juli 1993 siehe Spalte 2, Zeile 20-25 siehe Spalte 3, Zeile 12-37 siehe Spalte 4, Zeile 15-28	1, 2, 6-8, 11, 12, 16
-/-		

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Mai 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/06/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2260 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Frisch, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/00430

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 228 132 A (WEEMS ET AL.) 14.Oktober 1980 siehe das ganze Dokument ---	1,7,11, 13-15
A	US 5 321 730 A (ECKARDT) 14.Juni 1994 siehe das ganze Dokument -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/00430

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5301217 A	05-04-94	DE 4015228 A	14-11-91
		CA 2082627 A	12-11-91
		CS 9101349 A	15-01-92
		WO 9118398 A	28-11-91
		DE 59106095 D	31-08-95
		EP 0527968 A	24-02-93
		ES 2075476 T	01-10-95
		FI 924624 A	13-10-92
		RU 2069582 C	27-11-96
		US 5473646 A	05-12-95
US 4911879 A	27-03-90	DE 3727207 A	23-02-89
		DE 3816012 A	16-11-89
		DE 3872095 A	23-07-92
		DE 8809641 U	13-10-88
		EP 0303144 A	15-02-89
		FI 883071 A, B	15-02-89
		JP 1068697 A	14-03-89
		CA 1310768 A	24-11-92
		SU 1681722 A	30-09-91
DE 4428956 C	22-08-96	KEINE	
US 5230859 A	27-07-93	DE 3820187 A	02-02-89
		DE 3823421 A	18-01-90
		DE 3833401 A	23-03-89
		DE 3901382 A	26-07-90
		WO 8912897 A	28-12-89
		EP 0437436 A	24-07-91
		JP 3505080 T	07-11-91
US 4228132 A	14-10-80	US 4139603 A	13-02-79
US 5321730 A	14-06-94	DE 4040734 A	02-01-92
		WO 9120086 A	26-12-91
		DE 59106383 D	05-10-95
		EP 0535025 A	07-04-93